



Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires

PROYECTO DE TESIS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

Calibración de una antena polarimétrica
utilizando los acoplamientos mutuos

ESTUDIANTE: Soler, José Francisco

PADRÓN: 91227

DIRECTORA: Wachsenchauser, Rosita

CO-DIRECTOR: Marino, Pablo

Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. DEFINICIÓN	3
1.2. CARACTERÍSTICAS	3
2. MOTIVACIÓN	3
3. Objetivo de la tesis	4
4. Metodología de la tesis	4
5. Estado del Arte	4
6. Cronograma	5
6.1. Cronograma detallado	5
7. Bibliografía	6
8. Currículum Vitae	10
9. Materias Aprobadas	11
10. Plan de cursada	13

1. INTRODUCCIÓN

Las antenas de arreglo de fase controlada son comunmente utilizadas en aplicaciones aéreas y espaciales. Para obtener un buen comportamiento de las mismas es necesario que estén correctamente calibradas. Esto implica, que las tolerancias de fases y amplitudes se mantengan y sus valores sean bien conocidas por cada elemento del arreglo.

Las antenas de arreglo de fase en tierra son, generalmente, calibradas utilizando fuentes externas de campo lejano o cercano. Sin embargo, en aplicaciones aéreas o espaciales, la utilización de dichas fuentes es impráctica o difícil de implementar. A su vez, si se opta por caracterizar todos los componentes, el tiempo que implicaría es excesivo. Por estas razones, surgieron distintos métodos de calibración interna.

En este conexto, se propone un nuevo método de calibración, el cual aprovecha el acoplamiento mutuo inherente entre los módulos radiantes de la antena.

1.1. DEFINICIÓN

Una antena de arreglo de fase controlada es una antena compuesta por un conjunto de módulos radiantes dispuestos de tal forma, que, aplicando la teoría de construcción y destrucción de ondas, la señal emitida logra ser dirigida donde se desee.

Calibración interna es colocar sensores que permitan la medición directa u indirecta de la potencia y fase de salida/entrada de la antena polarimétrica.

1.2. CARACTERÍSTICAS

La utilización de una buena calibración interna es una problemática muy desafiante dado que es uno de los factores limitantes en la calidad de los productos obtenidos con estas antenas.

2. MOTIVACIÓN

Hay numerosas motivaciones para la investigación de un nuevo método de calibración: Primero, a la hora de adquirir imágenes satelitales es crucial que se conozca perfectamente la señal emitida y recibida por la antena. Ya sea por envejecimiento de los materiales, por variaciones de temperaturas u algún otro factor, se observan dispersiones de las mismas. Hay dos enfoques para encarar esta problemática:

- Controlando las dispersiones máximas que pueden presentarse utilizando hardware más complejo.
- Corrigiendo dichas dispersiones haciendo uso de calibración interna.

Al utilizar la calibración interna se evita aumentar la complejidad y peso del hardware utilizado a costa de un mayor procesamiento de software, logrando así, disminuir el costo de la misión.

Otro motivo es que el método de calibración convencional posee numerosas limitaciones y falencias; la principal es que no abarca todo el sistema de transmisión/recepción, dejando así parámetros fuera de control.

3. Objetivo de la tesis

La presente tesis tiene como objetivo la investigación, análisis y desarrollo de un nuevo método de calibración interna de una antena polarimétrica que abarque el sistema completo de transmisión/recepción.

4. Metodología de la tesis

En la presente tesis se investigarán los métodos de calibraciones actuales para poder determinar que ventajas, desventajas, limitaciones y diferencias hay entre cada una de ellos. Se buscará tener una visión global de esta problemática para poder determinar y entender que posibles falencias puede tener este nuevo método.

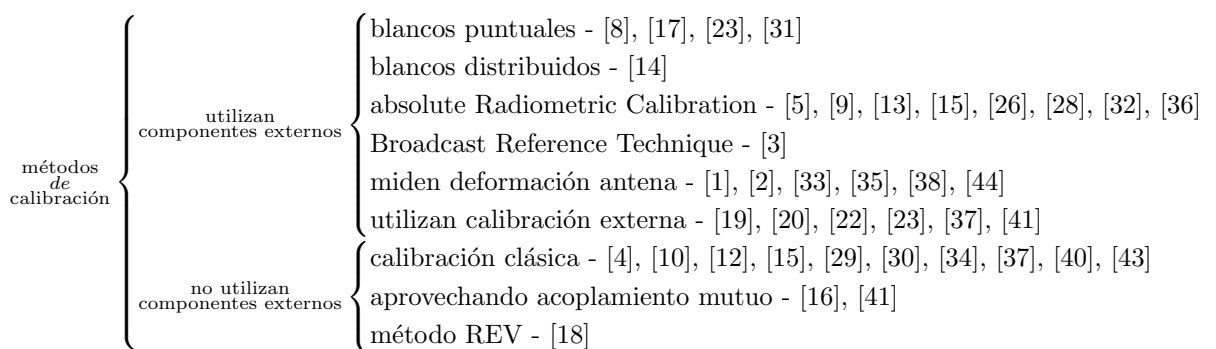
Posteriormente, se investigarán las limitaciones que poseen las antenas polarimétricas para poder determinar que recaudos se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar el método.

Luego, tomando todo en cuenta, se determinarán las hipótesis necesarias para que el algoritmo funcione correctamente. Para la validación del método se realizará un modelo de antena.

Finalmente, se probarán, analizarán y documentarán los resultados obtenidos de la comparación entre el algoritmo propuesto y el algoritmo de la calibración convencional. A su vez, se dejará asentado que posibles mejoras se podrían aplicar al algoritmo para determinar otros aspectos que están fuera del alcance de esta tesis.

5. Estado del Arte

La calibración de una antena polarimétrica se ha estudiado en numerosas ocasiones, abordando el problema desde distintos enfoques. En el siguiente gráfico se pueden observar los distintos métodos utilizados.



todo

Dichos métodos se han clasificado por la utilización o no de componentes externos a la antena.

6. Cronograma

6.1. Cronograma detallado

agregar crono-
grama

7. Bibliografía

- [1] F. K. LI, “A Method for Detection of Deformations in Large Phased Array Antennas for Spaceborne Synthetic Aperture Radars”, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. AP-32, NO. 5 , MAY 1984.
- [2] G. M. Shaw and R. B. Dybdal, “A Space-Fed Local Oscillator for Spaceborne Phased Arrays”, 1988 IEEE MTT-S Digest.
- [3] EU-AN LEE and C. NELSON DORNY, “A Broadcast Reference Technique for Self-calibrating of Large Antenna Phased Arrays”, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 37, NO. 8, AUGUST 1989.
- [4] Anthony P. Luscombe, “Internal Calibration Of The Radarsat Synthetic Aperture Radar”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1990. IGARSS'90. 'Remote Sensing Science for the Nineties.
- [5] L. M. H. Ulander, R. K. Hawkins, C. E. Livingstone and T . I. Lukowski, “Absolute Radiometric Calibration of the CCRS SAR”, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 29. NO. 6. NOVEMBER 1991.
- [6] G. Gonwald *, W. Wiesbeck, “Anomalous Effects of Phased Array Antennas due to Mutual Coupling and Feeding Network”, Antennas and Propagation Society International Symposium, 1992. AP-S 1992 Digest.
- [7] C. H. Tang, “EFFECTS OF PHASED ARRAY STRUCTURE DEFORMATION ANDELEMENTOUTAGE”, Antennas and Propagation Society International Symposium, 1992. AP-S 1992 Digest.
- [8] Anthony Freeman, “SAR Calibration: An Overview”, IEEE Transactions on Geoscience And Remote Sensing, Vol. 30, NO. 6, November 1992.
- [9] H. LAUR, P. MEADOWS, J.I. SANCHEZ, E. DWYER, “ERS-1 SAR RADIOMETRIC CALIBRATION”, Published in the Proceedings of the CEOS SAR Calibration Workshop (ESA WPP-048) Sept. 93
- [10] M. Zink, “CALIBRATION AND PERFORMANCE ANALYSIS OF THE X-SAR SYSTEM”, Geoscience and Remote Sensing Syposium, 1994. IGARSS 1994.
- [11] Mustafa Karaman, Hayrettin Koymen, Abdullah Atalar and Matthew O'Donnell, “Influence of Missing Array Elements on Phase Aberration Correction for Medical Ultrasound”, IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL, VOL. 41. NO. 5, SEPTEMBER 1994.
- [12] Jorgen Dall, Niels Skou, Erik Lintz Christensen, “Pulse-Based Internal Calibration of Polarimetric SAR”, Geoscience and Remote Sensing Syposium, 1994. IGARSS 1994.

- [13] Brian L. Markham¹, Suraiya P. Ahmadz, James R. Irons¹ and Darrel L. Williams¹ “Radiometric Calibration of the Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1994. IGARSS 1994.
- [14] Masanobu Shimada and Anthony Freeman, “ A Technique for Measurement of Spaceborne SAR Antenna Patterns Using Distributed Targets”, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 33, NO. 1 , JANUARY 1995.
- [15] Anthony Freeman, M. Alves, B. Chapman, J. Cruz, Y. Kim, S. Shaffer, J. Sun, E. Turner, and Kamal Sarabandi, “SIR-C Data Quality and Calibration Results”, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 33, NO. 4, JULY 1995.
- [16] Ashok Agrawal and Allan Jablon, “A CALIBRATION TECHNIQUE FOR ACTIVE PHASED ARRAY ANTENNAS”, Phased Array Systems and Technology, 2003, IEEE International Symposium.
- [17] David Stevens, Peter Bird, Gordon Keyte, “A SAR antenna calibration method”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1996. IGARSS 1996.
- [18] Uoshihisa Hara, Chikako Ohno, Masafumi Iwamoto, and Natsuki Kondo, “A Study on Radiometric Calibration of Next Generation Spaceborne SAR”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1997. IGARSS 1997.
- [19] Seth D. Silverstein, “Algorithms for Remote Calibration of Active Phased Array Antennas for Communication Satellites”, Signals, Systems and Computers, 1996.
- [20] J . M . Ashe, W . Yang, T. Shen, G. Xu and S. D. Silverstein, “Experimental Study of Remote Calibration Algorithms for Active Phased Array Transmitters”, Signals, Systems and Computers, 1996.
- [21] A. Freeman, “THE NEED FOR SAR CALIBRATION”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1989. IGARSS 1989.
- [22] Daniel S. Purdy, “In Orbit Active Array Calibration for NASA’s Light-SAR”, Radar Conference, 1999. The Record of the 1999 IEEE.
- [23] Hong Jun, Zang Bing-rong, Wing Hong-qi, “The progress of the airborne SAR calibration techniques in China”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1989. IGARSS 1989.
- [24] Charles Shipley and Don Woods “MUTUAL COUPLING-BASED CALIBRATION OF PHASED ARRAY ANTENNAS”, Phased Array Systems and Technology, 2000. Proceedings. 2000 IEEE International Conference.
- [25] Envisat Cal-Val Team, “ENVISAT Calibration and Validation Plan”, ESA.
- [26] Jeffrey A. Mendenhall, “Radiometric Calibration and Flight Validation”, ALI Tech.Trans-1 JAM 10/23/01.

- [27] Marian Werner, Martin Haeusler, “X-SAR/SRTM Instrument Phase Error Calibration”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1989. IGARSS 1989.
- [28] Volker Kaltenborn, “Intern Report: Volker Kaltenborn”, Alaska SAR Facility (ASF).
- [29] D J Bibby & A J Knight, “A RF Model of an Active Array Antenna for a Spaceborne SAR”, Antennas and Propagation, 2003. (ICAP 2003). Twelfth International Conference.
- [30] Daniel Bast, “Parameters Affecting Orthogonal SAR Transmit and Receive Module Calibration”, European Space and Technology Centre, European Space Agency EOP-FI, Keplerlaan-1, 2200 AG Noordwijk (The Netherlands).
- [31] M. Shimada, T. Tadono, and M. Matsuoka, “Calibration and Validation of PALSAR”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002. IGARSS 2002.
- [32] Kai-Jen Calvin Tien, Roger D. de Roo, “ Comparison of Different Microwave Radiometric Calibration Techniques”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004. IGARSS 2004.
- [33] P. Zulch, R. Hancock, and J. McKay, “Array Deformation Performance Impacts on a LEO L-Band GMTI SBR” 0-7803-8870-4/05/\$20.00© 2005 IEEE. IEEEAC paper #1532, Version 5, Updated December 20, 2004.
- [34] A. G. Stove, “ISSUES FOR THE AUTOCALIBRATION OF PHASED ARRAY RADARS”, 1st EMRS DTC Technical Conference – Edinburgh 2004.
- [35] J. J. M de Wit, W. L. van Rossum, M. P. G. Otten, A. G. P. Koekenberg “Concept for Measuring and Compensating Array Deformation”, Proceedings of the 4th European Radar Conference.
- [36] Marco Schwerdt, Benjamin Bräutigam, Markus Bachmann, Björn Döring “TerraSAR-X Calibration - First Results”
- [37] S. K. Srivastava, N. W. Shepherd, T. I. Lukowski and R. K. Hawkins “PLANS FOR RADARSAT IMAGE DATA CALIBRATION”, Adv. Space Res. Vol. 17, No. 1, pp (1)89-(1)96, 1996.
- [38] Elena Zaitsev, John Hoffman, “ Phased Array Flatness Effects on Antenna System Performance”, 978-1-4244 -5128-9/10/\$26.00 ©2010 IEEE
- [39] Tore Lindgren and Johan Borg “A Measurement System for the Position and Phase Errors of the Elements in an Antenna Array Subject to Mutual Coupling”, Hindawi Publishing Corporation. International Journal of Antennas and Propagation Volume 2012, Article ID 526121.
- [40] Shuo Wang, Haiming Qi, and Weidong Yu “An Internal Calibration Scheme for Polarimetric Synthetic Aperture Radar System”, IEEE transactions on geoscience and remote sensing, vol. 49, NO. 1, January 2011.

- [41] Wei Chen, Joni Polili Lie, Boon Poh Ng, Tao Wang and Meng Hwa Er “Joint Gain/Phase and Mutual Coupling Array Calibration Technique with Single Calibrating Source”, Hindawi Publishing Corporation International Journal of Antennas and Propagation Volume 2012, Article ID 625165.
- [42] N. Fistas and A. Manikas “A NEW GENERAL GLOBAL ARRAY CALIBRATION METHOD”, ICASSP PROCEEDINGS, APRIL 94.
- [43] Eduardo Makhoul, Antoni Broquetas, Francisco López-Dekker, Josep Closa, and Paula Saameno “ Evaluation of the Internal Calibration Methodologies for Spaceborne Synthetic Aperture Radars with Active Phased Array Antennas”, IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN APPLIED EARTH OBSERVATIONS AND REMOTE SENSING, VOL. 5, NO. 3, JUNE 2012.
- [44] Guillaume Lesueur, Daniel Caer, Thomas Merlet, Pierre Granger “Active compensation techniques for deformable phased array antenna”, Thales Air Systems Hameau de Roussigny , 91470 Limours, France.
- [45] Neil Chamberlain, Constantine Andricos, Andrew Berkun, Kendra Kumley, Vladimir Krimskiy, Richard Hodges, Suzanne Spitz “T/R Module Development for Large Aperture L-band Phased Array”, IEEEAC paper # 1179 Version 5, Updated December 10, 2004.

8. Currículum Vitae

9. Materias Aprobadas

Materia	Fecha	Resultado	Nota	Forma de aprobación	Acta	Plan
(7801) IDIOMA INGLES	29/06/2009	Aprobado	6	Examen	18-22-214	1986
(6103) ANALISIS MATEMATICO II A	13/08/2009	Aprobado	5	Examen	1-154-76	1986
(7540) ALGORITMOS Y PROGRAMACION I	18/08/2009	Aprobado	9	Examen	17-101-183	1986
(6201) FISICA I A	18/08/2009	Aprobado	6	Examen	2-107-176	1986
(7541) ALGORITMOS Y PROGRAMACION II	10/02/2010	Aprobado	8	Examen	17-103-4	1986
(6301) QUIMICA	15/02/2010	Aprobado	6	Examen	3-75-25	1986
(6203) FISICA II A	25/02/2010	Aprobado	8	Examen	2-108-63	1986
(6107) MATEMATICA DISCRETA	02/03/2010	Aprobado	6	Examen	1-156-42	1986
(7507) ALGORITMOS Y PROGRAMACION III	06/07/2010	Aprobado	8	Examen	17-104-12	1986
(7531) TEORIA DE LENGUAJE	07/07/2010	Aprobado	8	Examen	17-104-24	1986
(6602) LABORATORIO	12/07/2010	Aprobado	8	Examen	6-139-14	1986
(6108) ALGEBRA II A	14/07/2010	Aprobado	8	Examen	1-153-219	1986
(6215) FISICA III D	22/12/2010	Aprobado	8	Examen	2-108-221	1986
(6109) PROBABILIDAD Y ESTADISTICA B	10/02/2011	Aprobado	8	Examen	1-155-250	1986
(6670) ESTRUCTURA DEL COMPUTADOR	16/02/2011	Aprobado	7	Examen	6-140-35	1986
(6110) ANÁLISIS MATEMÁTICO III A	24/02/2011	Aprobado	5	Examen	1-157-49	1986
(7512) ANALISIS NUMERICO I	25/02/2011	Aprobado	8	Examen	17-106-55	1986
(7542) TALLER DE PROGRAMACION I	13/07/2011	Aprobado	10	Examen	17-107-9	1986
(7506) ORGANIZACION DE DATOS	14/07/2011	Aprobado	5	Examen	17-107-17	1986
(6620) ORGANIZACION DE COMPUTADORAS	08/08/2011	Aprobado	8	Examen	6-141-16	1986
(7112) ESTRUCTURA DE LAS ORGANIZACIONES	14/12/2011	Aprobado	4	Examen	11-153-84	1986
(7114) MODELOS Y OPTIMIZACION I	22/12/2011	Aprobado	6	Examen	11-153-145	1986
(6211) MECANICA RACIONAL	14/02/2012	Aprobado	8	Examen	2-109-191	1986
(6606) ANALISIS DE CIRCUITOS	15/02/2012	Aprobado	7	Examen	6-141-176	1986
(6674) SEÑALES Y SISTEMAS	24/02/2012	Aprobado	8	Examen	6-141-206	1986
(7508) SISTEMAS OPERATIVOS	12/07/2012	Aprobado	7	Examen	17-109-103	1986
(6609) LABORATORIO DE MICROCOMPUTADORAS	13/07/2012	Aprobado	8	Examen	6-142-46	1986
(7509) ANALISIS DE LA INFORMACION	13/08/2012	Aprobado	6	Examen	17-110-54	1986
(7552) TALLER DE PROGRAMACION II	17/08/2012	Aprobado	10	Examen	17-110-87	1986
(7510) TECNICAS DE DISEÑO	04/02/2013	Aprobado	6	Examen	17-111-36	1986
(7515) BASE DE DATOS	06/02/2013	Aprobado	8	Examen	17-111-44	1986
(6608) CIRCUITOS ELECTRONICOS I	27/02/2013	Aprobado	8	Examen	6-143-126	1986
(7140) LEGISLACION Y EJERCICIO PROFESIONAL DE LA ING. EN INFORMÁTICA	13/12/2013	Aprobado	8	Examen	71-0001453	1986
(6618) TEORIA DE CONTROL I	05/08/2013	Aprobado	6	Examen	86-0001220	1986
(6675) PROCESOS ESTOCÁSTICOS	09/08/2013	Aprobado	9	Examen	86-0001265	1986

(7559) TECNICAS DE PROGRAMACION CON-CURRENTE I	13/08/2013	Aprobado	8	Examen	95-0001370	1986
(6669) CRIPTOGRAFIA Y SEGURIDAD INFORMATICA	16/08/2013	Aprobado	8	Examen	86-0001295	1986
(7567) SIST.AUTOM.DE DIAG.Y DETEC.DE FALLAS I	04/08/2014	Aprobado	7	Examen	95-0002261	1986
(7565) MANUFACTURA INTEGRADA POR COMP.(CIM) I	07/08/2014	Aprobado	7	Examen	95-0002312	1986
(7568) SIST.DE SOPORTE P/CELDA DE PROD FLEXIB.	10/12/2014	Aprobado	10	Examen	95-0002440	1986
(7566) MANUFACTURA INTEGRADA POR COMP.(CIM) II	11/12/2014	Aprobado	7	Examen	95-0002462	1986
(6405) ESTATICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES B	15/12/2014	Aprobado	9	Examen	64-0001589	

Cuadro 1: Materias Aprobadas

materias faltantes: Introducción a los sistemas distribuidos, Materiales industriales 1

10. Plan de cursada

Código	Denominación	Créditos	Fecha
75.00	TESIS	24-OBL	2 - 2015

Cuadro 2: Plan de cursada

TOTAL CRÉDITOS: 24